

VALIDADE E CONFIABILIDADE DE APLICATIVOS DE AVALIAÇÃO DO MOVIMENTO PARA SMARTPHONES: REVISÃO INTEGRATIVA

Validity and reliability of application of movement evaluation for smartphones: integrative review

Pollyana Helena Vieira Costa¹, Natália Silva Amaral², Janaine Cunha Polese¹, George Schayer Sabino¹

RESUMO

INTRODUÇÃO: O uso de smartphones vem ganhando cada vez mais espaço na sociedade moderna e seu emprego no cenário clínico ou esportivo encontra-se em expansão. Todavia, muitos dos aplicativos não são testados e sua aplicação precisa deve ser determinada. **OBJETIVO:** Realizar uma revisão integrativa sobre a os aplicativos para análise de movimento. **MÉTODO:** Foi realizada uma busca bibliográfica nas bases de dados SciELO, MedLine/Pumed, *SPORTDiscus* e PEDro, bem como uma busca manual das referências encontradas nos artigos selecionados. Para a seleção dos artigos foi feita a leitura dos títulos dos estudos, leitura dos resumos dos estudos e, por sua vez, todos os estudos incluídos nas etapas anteriores foram lidos na íntegra. Foram extraídos de cada estudo: caracterização dos participantes, smartphone utilizado, aplicativo utilizado, região do corpo, movimentos testados, método de comparação ou controle, propriedades de medida e resultados obtidos. **RESULTADOS:** Foram selecionados 7 estudos. Os aplicativos foram elaborados para mensuração do salto, análises bidimensionais de movimentos e análise de parâmetros espaço-temporais do deslocamento. Nos estudos foram observados moderados a excelentes resultados para validade e confiabilidade para todos os aplicativos testados. **CONCLUSÃO:** Há uma grande disponibilidade de aplicativos de smartphones que podem ser utilizados para avaliação do movimento na prática clínica, com validade e confiabilidade e usos diversos. As análises das propriedades de medida de um aplicativo devem ser verificadas previamente a seu uso por um profissional.

Palavras-chave: Smartphones; Esportes; Confiabilidade e Validade; Fisioterapia.

¹ Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais – FCMMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Autor correspondente: Pollyana Helena Vieira Costa. Endereço: Rua dos Guajajaras, 329, apto 106B, Centro, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil; E-mail: pollyhvc@outlook.com.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The use of smartphones has been gaining more and more space in modern society and its use in the clinical or sports scenario is expanding. However, many of the applications are developed by laypeople and their use is often dubious for accurate application. **OBJECTIVE:** To perform an integrative review about applications for movement analysis. **METHOD:** A bibliographic search was performed in the SciELO, MedLine / Pumed, SPORTDiscus and PEDro databases. and a manual search of the references found in the selected articles was made. For the selection of the articles, the study titles were read, the study summaries were read, and all the studies included in the previous steps were read in their entirety. Characterization of the participants, smartphone used, application used, region of the body, movements tested and method of comparison or control, and obtained results were extracted from each study. **RESULTS:** Seven studies were selected. The applications were designed to measure the jump, two-dimensional analysis of movements and analysis of spatio-temporal displacement parameters. In studies, moderate to excellent results for validity and reliability were observed for all tested applications. **CONCLUSION:** There is a great availability of smartphone applications that can be used for evaluation of movement in clinical practice, with validity and reliability and more diverse uses. Analyzes of the measurement properties of an application must be checked prior to its use by a professional.

Keywords: Smartphones; Sports; Reliability and Validity; Physiotherapy

INTRODUÇÃO

O número de usuários de smartphones está aumentando rapidamente em todo o mundo e a América Latina se destaca nessa estatística. Três dos dez países com os maiores índices de uso diário de internet móvel são latino-americanos e o Brasil figura em segundo lugar^{1,2}. Segundo a Fundação Getúlio Vargas existem no Brasil 208 milhões de smartphones, o que equivale a média de um aparelho por habitante³. Essa situação permitiu o maior uso desses dispositivos para finalidades além de ligações e mensagens, como por exemplo, avaliação de postura por meio de aplicativos específicos.

Frente a essa grande disseminação dos smartphones, além de comunicação e entretenimento, recursos clínicos e aplicados ao esporte vêm surgindo com potencial suporte para a prática profissional⁴. Hoje em dia, smartphones são equipados com um conjunto de sensores embutidos baratos, mas poderosos, como acelerômetros, magnetômetros e giroscópios que, em conjunto, podem ser denominados sensores inerciais. Uma ampla gama de aplicações de medição dos sensores inerciais pode ser baixada gratuitamente ou por custo reduzido⁵. O objetivo desses aplicativos é fornecer medidas rápidas de forma simplificada, o que pode contribuir muito para o entendimento de um atleta ou de um paciente com disfunção no movimento⁵. Os smartphones, com esses recursos, são empregados assim para análise de movimentos, incluindo treinamento de equilíbrio, detecção precoce de quedas e análise de marcha⁶.

Quando se fala de análise do movimento, a avaliação tridimensional (3D) é o padrão-ouro para estudos desse campo⁷. Historicamente, a análise 3D esteve disponível principalmente para atletas de elite, exigindo câmeras avançadas e instalações sofisticadas com softwares onerosos⁷. A desvantagem da análise 3D está relacionada a seu custo e limitações operacionais. Entretanto, muitas das variações cinemáticas identificadas podem ser medidas também usando uma simples análise em vídeo bidimensional (2D), com ferramentas prontamente disponíveis e bem mais acessíveis⁸, como por exemplo, aplicativos de celular. O uso de smartphones como equipamento de medição, seja por sensores inerciais ou por análise de vídeo, portanto, está sendo continuamente explorado na prática clínica e nos esportes, o que reflete em pesquisas^{7,8}. Muitos estudos atuais avaliaram a confiabilidade e validade de aplicativos de smartphones para análise do movimento ou posturas^{5,9-11}.

Apesar da possibilidade do emprego clínico de aplicativos, Van Mechelen *et al.* (2014) publicaram um estudo mostrando que a inserção dos aplicativos na prática da prevenção esportiva estava enviesada. Então chegaram a uma conclusão intrigante que apesar de estarem sendo lançados diversos aplicativos para uso profissional na Fisioterapia, vários deles eram desenvolvidos por leigos, sem muito domínio sobre o tema, de forma que poucos tem validação científica (quatro de 18 aplicativos pesquisados). Além disso, alguns apresentavam informações falsas, o que nos faz ficar alerta com o emprego desse recurso⁴. Logo, é necessário que os profissionais tenham confiança no

instrumento utilizado, inclusive aplicativos de celular, visto que grande parte dos aplicativos verificados não foram analisados quanto a suas propriedades psicométricas⁴.

Assim, é essencial que um aplicativo que seja proposto para emprego profissional seja verificado adequadamente em estudos. Para que seja empregado é preciso possuir medidas psicométricas adequadas, sendo necessários estudos metodológicos. Um instrumento de medida, por exemplo, deve ter suas propriedades de medição amplamente estabelecidas para permitir uma interpretação correta do resultado com um paciente^{12,13}, da mesma forma, os aplicativos. Dessa forma o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão integrativa sobre os aplicativos para análise de movimento que tiveram suas propriedades psicométricas testadas.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão da literatura, na qual foi feita uma busca por artigos científicos que analisaram as propriedades psicométricas de aplicativos de avaliação do movimento. Foram utilizadas as bases de dados: *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine/PUBMED)*, *SPORTDiscus* e *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*. As palavras-chave utilizadas na busca foram: *Smartphones, Applications, Mobile App, Mobile Phone* e a combinação destas com os descritores *sports, video analysis, biomechanic* e seus correspondentes em português e espanhol, além das palavras *validity* e *reliability*. Para isso, foram incluídos estudos metodológicos, sem restrição quanto à data de publicação, em português, inglês e espanhol, que abordassem o uso de aplicativos de smartphones para avaliação do movimento em atletas e indivíduos saudáveis. Foram excluídos os estudos que empregavam o aplicativo, mas não analisavam suas propriedades psicométricas. O processo de seleção dos estudos encontrados pela estratégia de busca, considerando-se os critérios de

inclusão pré-estabelecidos, foi realizado em três etapas distintas. Na primeira etapa, foi feita a leitura dos títulos dos estudos retornados durante as buscas e aqueles que claramente não se adequaram a qualquer um dos critérios de inclusão pré-estabelecidos foram excluídos. Na segunda etapa, foi realizada a leitura dos resumos dos estudos selecionados na primeira etapa e, da mesma forma, foram excluídos aqueles que claramente não se adequaram aos critérios de inclusão pré-estabelecidos. Na terceira etapa, por sua vez, todos os estudos incluídos nas etapas anteriores foram lidos na íntegra para avaliar sua adequação ao tema proposto por esta revisão. A fim de inserir todos os estudos possíveis, as listas de referências bibliográficas dos artigos selecionados foram examinadas para obtenção de trabalhos adicionais.

Foram extraídos de cada estudo: a caracterização dos participantes (número, idade e sexo), aparelho smartphone utilizado, aplicativo utilizado, região do corpo, movimentos testados, método de comparação ou controle, propriedades psicométricas e resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do cruzamento das palavras-chave supracitadas, foram encontrados 224 artigos. Foram excluídos 206 artigos (91,9%) que, mesmo apresentados na busca, não contemplavam a validação e confiabilidade de aplicativos para avaliação do movimento e sete estudos estavam duplicados (3,1%), totalizando 213 (95,1%) artigos excluídos.

Após a leitura dos estudos selecionados e análise das referências bibliográficas, sete estudos foram selecionados para a revisão (Figura 1). Todos os artigos selecionados foram publicados após 2014 e todos foram publicados em inglês. A amostra total dos estudos selecionados foi composta por 117 participantes. Os sete estudos foram estudos metodológicos de validade e confiabilidade dos aplicativos¹⁴⁻²⁰.

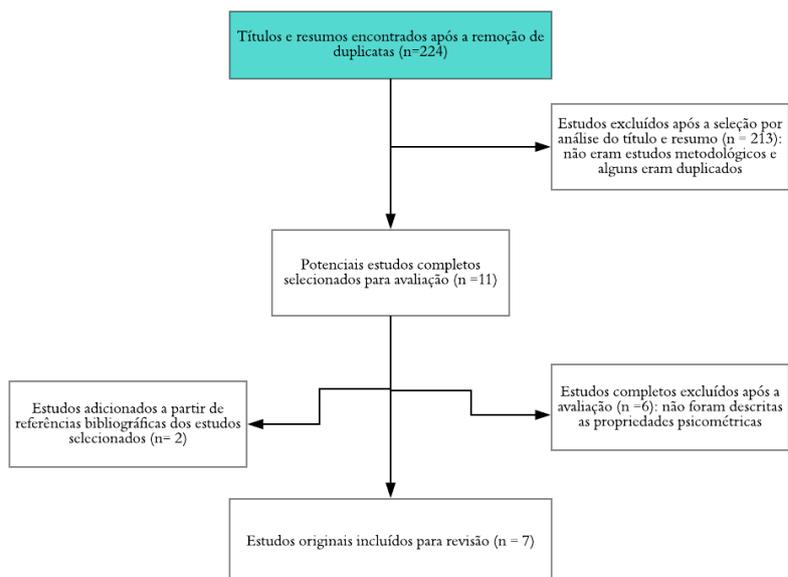


Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudos incluídos e excluídos

As características das amostras selecionadas em cada estudo, aplicativos utilizados e variáveis de desfecho estão apresentados esquematicamente na Tabela 1. Todos os sete estudos utilizaram smartphones com a plataforma iOS® (iPhone, iPad ou iPod touch) para coleta de dados¹⁴⁻²⁰.

Tabela 1: Características dos estudos

Autor (Ano)	Participantes	Aplicativo (smartphone utilizado)	Movimento testado (Desfecho observado)
Balsalobre-Fernández <i>et al.</i> (2015) ¹⁴	20 homens saudáveis fisicamente ativos	My Jump (iPhone 5S)	Salto vertical (Altura de salto a partir do tempo de voo)
Balsalobre-Fernández <i>et al.</i> (2015) ¹⁵	10 homens saudáveis fisicamente ativos	Runmatic (Iphone 6)	Corrida na esteira (Tempo de contato e fase de balanço)
Belyea <i>et al.</i> (2014) ¹⁶	11 homens saudáveis e 11 mulheres saudáveis	Spark Motion (iPad2)	Salto vertical (Ângulos do quadril e joelho)
Gallardo-Fuentes <i>et al.</i> (2015) ¹⁷	14 homens saudáveis atletas e sete mulheres saudáveis atletas	My Jump (iPhone 6)	Salto vertical (Altura de salto a partir do tempo de voo)
Kim <i>et al.</i> (2015) ¹⁸	10 homens saudáveis e cinco mulheres saudáveis	SmartGait (iPhone 5 s)	Marcha (Comprimento e largura de passo, tempo de passo, velocidade de marcha, tempo de apoio duplo)
Krause <i>et al.</i> (2015) ¹⁹	11 homens saudáveis e 15 mulheres saudáveis	Coach's Eye (iPad)	Agachamento profundo (Amplitudes de movimento de quadril, joelho e tornozelo)
Romero-Franco <i>et al.</i> (2016)	12 homens saudáveis velocistas	mySprint (iPhone 6)	Sprints (corrida) (Potência, força, propriedades de velocidade e eficácia mecânica)

A tabela 2 demonstra a comparação feita e os resultados encontrados.

Tabela 2: Propriedades psicométricas, desfecho e comparação utilizados nos estudos

Autor (Ano)	Comparação	Resultado
Balsalobre-Fernández <i>et al.</i> (2015) ¹⁴	Aplicativo my jump e plataforma de força	CCI = 0,997, p <0,001; r=0,995, p<0,001
Balsalobre-Fernández <i>et al.</i> (2015) ¹⁵	Aplicativo Runmatic e transdutor de velocidade linear	CCI = 0,965 a 0,991, p <0,001; r=0,86 a 0,98, p<0,001
Belyea <i>et al.</i> (2014) ¹⁶	Aplicativo Spark Motion e um sistema de análise 3D	CCI=0.80 a 0.94, p<0,001; r=0,48 a 0,77 p<0,05 e p<0,001, respectivamente
Gallardo-Fuentes <i>et al.</i> (2015) ¹⁷	Aplicativo My jump e plataforma de força	CCI = 0,97 a 0,99, p> 0,05; r=0,86-0,99
Kim <i>et al.</i> (2015) ¹⁸	Aplicativo SmartGait e GaitRite	CCI = 0,731 e 0,982
Krause <i>et al.</i> (2015) ¹⁹	Aplicativo Coach's Eye e um sistema de análise 3D	CCI 0,98, 0,98 e 0,79
Romero-Franco <i>et al.</i> (2016) ²⁰	Aplicativo MySprint e fotocélulas de temporização, radar	MySprint e fotocélulas CCI= 1,0, p<0,001; r=0,989 a 0,999 MySprin) e o radar do tipo pistola CCI = 0,987 a 1,00, p<0,001; r=0,974 a 0,999

Legenda: CMJ: contramovimento; 3D: Tridimensional; CCI = Coeficiente de correlação intraclass.

Para que aplicativos sejam utilizados na prática clínica é preciso que suas propriedades psicométricas sejam adequadas e para isso são necessários estudos. Os parágrafos seguintes descrevem e discutem os aplicativos conforme suas funções, visto que as propriedades psicométricas foram descritas na tabela 2. Porém, é possível notar que todos os estudos avaliaram a confiabilidade (CCI), mas nem todos avaliaram a validade (r), e isso leva a um viés no uso, visto que a validade é fundamental para saber se o aplicativo mensura o que é proposto.

A plataforma iOS - *iPhone operating system*-, sistema operacional de código fechado, é desenvolvida e administrada pela Apple, uma das empresas líderes neste mercado. O uso da plataforma por todos os autores pode ser explicado por meio de sua lucratividade e escalabilidade²¹. Alguns dos aplicativos podem ser empregados em outras plataformas também. Os aplicativos analisados nos estudos mensuravam diferentes variáveis. A seguir será feita uma descrição dos aplicativos baseado na variável de estudo que ele se propõe analisar, sendo elas Salto, Análise cinemática

2D e dos parâmetros espaço-temporais da marcha e corrida.

SALTO

Dois estudos avaliaram como desfecho principal a altura de salto^{14,17}. Os testes de salto vertical estão entre os meios mais comuns de avaliar a aptidão física em várias populações¹⁴. O desempenho da habilidade de salto foi relacionado com o sucesso da competição de atletas e pode diferenciar atletas de níveis técnicos distintos. As medidas de salto podem indicar o nível de desgaste do atleta, inferindo o risco de lesão, servir como identificação de talentos e reproduzir atividades explosivas de atletas¹⁷. Além disso, o desempenho no salto vertical pode ser associado com força muscular, fadiga neuromuscular, marcadores metabólicos de desempenho do exercício, como lactato, amônia, cortisol e com índices psicobiológicos de esforço percebido²².

Várias abordagens diferentes existem para medir a altura de salto vertical, sendo as plataformas de força consideradas como padrão ouro (geralmente via

velocidade de decolagem ou tempo no ar) e que foram utilizadas como meio de comparação com o aplicativo testado. Embora este equipamento ofereça maior precisão, tende a ser mais dispendioso, volumoso com baixa portabilidade e geralmente precisa de software-computador específico, portanto, de uso mais restrito^{14,17}. Com isso, o uso de aplicativo é justificado.

MyJump^{14,17}

Balsalobre-Fernández *et al.* (2015) desenvolveram o aplicativo *MyJump*, recentemente validado para medir a altura de salto vertical¹⁴. Ele utilizou o aparelho iPhone 5s - Apple Inc. (EUA), pois apresenta como um de seus recursos uma câmera de alta velocidade capaz de gravar a uma frequência de 120 Hz. *MyJump* foi projetado para analisar saltos verticais e permitir o cálculo do tempo entre dois quadros selecionados pelo usuário e posteriormente calcular a altura do salto. 100 saltos foram analisados simultaneamente com o dispositivo e plataformas de força. Foi encontrada uma correlação quase perfeita entre a plataforma de força e *MyJump* para a altura de salto e boa validade, indicando ser uma ferramenta rápida e precisa para uso na prática clínica.

Gallardo-Fuentes *et al.* (2016) utilizou o mesmo aplicativo para testar validade e confiabilidade, de três tipos de saltos diferentes¹⁷. Da mesma forma, comparou os resultados do aplicativo com a plataforma de força. Um total de 630 saltos foram comparados, e também houve uma correlação quase perfeita entre instrumentos de medição para todos os valores de altura de salto, sem diferenças entre os instrumentos, além de boa confiabilidade intra e inter-examinadores.

Stanton *et al.* (2015), aponta alguns fatores positivos e negativos em relação ao uso deste aplicativo, sendo sua usabilidade e facilidade para compartilhar informações os pontos de maior relevância²³. Entretanto, o aplicativo está disponível apenas para *iOS* mais novos e há a necessidade de posicionar o dispositivo de maneira estável para que a imagem tenha qualidade suficiente para ser avaliada. O uso de aplicativos sem cuidados metodológicos pode afetar as medidas de validade e precisão.

ANÁLISE CINEMÁTICA 2D

Os aplicativos de registro de vídeo 2D e fotográficos têm várias vantagens: os pesquisadores podem tomar as medidas e análises a qualquer momento, podem ser utilizados para avaliações remotas e podem ajudar no tratamento, mostrando as imagens sequenciais do indivíduo que demonstram a mudança do padrão pré-avaliado^{21,22}. Dois estudos tiveram como desfecho principal a avaliação da análise 2D, verificando a amplitude de movimento (ADM) de algumas articulações em movimentos funcionais^{16,19}, através de aplicativos de vídeo.

*Spark Motion*¹⁶

Belyea *et al.* (2014) examinaram a validade e a confiabilidade do uso de um tablet (iPad 2) e aplicativo de análise de movimento (*Spark Motion*) para avaliar o alinhamento de joelho e quadril, nos planos sagital e frontal, durante o salto vertical, e comparou os resultados obtidos por um sistema tridimensional de captura de movimento¹⁶. Houve correlações significativas entre as medidas de ADM do tablet e do programa 3D. O aplicativo foi considerado um método confiável para avaliar os alinhamentos de membros inferiores durante o salto vertical.

*Coach's Eye*¹⁹

Krause *et al.* (2015) testou a confiabilidade do aplicativo *Coach's Eye* (TechSmith Corp), instalado em um iPad (Apple Inc.), para avaliar o movimento de quadril, joelho e tornozelo no plano sagital durante o movimento de agachamento profundo, e comparou com os valores obtidos a partir de um sistema de análise de movimento tridimensional¹⁹. Os vídeos foram analisados quadro a quadro para determinar a posição mais profunda do agachamento. Foram encontrados bons resultados para confiabilidade intra examinador e na medida dos ângulos de quadril, joelho e tornozelo, respectivamente. As medidas do ângulo, no caso do quadril, obtidas com o aplicativo excederam as medidas do protocolo controle 3D em aproximadamente 40°. As diferenças no joelho e no tornozelo foram de menor magnitude, com diferenças médias de 5° e 3°, respectivamente. Além disso, considerando a análise do quadril, um viés sistemático foi encontrado com a análise de Bland-Altman. Não sendo indicado pelos autores, portanto, para avaliação do quadril, podendo ser aplicado nas outras articulações, com essas ressalvas observadas. O aplicativo apresentou valores mínimos de mudança detectáveis variando de 6° a 7°, excelente confiabilidade, demonstrando ser um meio responsivo para avaliar a mudança clínica. Apesar do aplicativo ser suportado nas plataformas Android e iOS, Whiteley (2015) aponta que a capacidade de importação de vídeo é variável: o *Coach's Eye* no iOS pode aceitar vídeos em diversos formatos, o que não acontece no Android²⁴.

PARAMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA E CORRIDA

A avaliação dos parâmetros espaço-temporais de marcha fornece informações essenciais sobre capacidade funcional, estabilidade, risco de queda, seleção de intervenção, avaliação do progresso e até de mortalidade¹⁸. Existem inúmeras formas para avaliar diferentes aspectos do deslocamento, incluindo: observação visual, avaliações funcionais, passarelas eletrônicas, software de análise de movimento tridimensional, entre outros. Os instrumentos considerados padrão-ouro para medir a cinética de corrida são, de uma maneira em geral, plataformas de

força e esteiras instrumentadas¹⁵. Na prática clínica, a análise observacional (visual) da marcha é comumente realizada, pois requer equipamento e tempo mínimos²⁵. Novas tecnologias de avaliação de marcha estão emergindo continuamente, mas os dispositivos e sistemas atualmente disponíveis tem uma série de limitações. Os sistemas mais precisos que fornecem um conjunto completo de medidas de marcha são sistemas baseados em laboratório, que geralmente são caros e requerem pessoal treinado¹⁸.

SmartGait¹⁸

Kim *et al.* (2015) utilizaram o aplicativo *SmartGait* para avaliar marcha¹⁸. Eles descreveram um novo dispositivo portátil (“wearable”) com gravação de vídeo de uma câmera de smartphone montada na cintura de um usuário, que fornece variáveis espaço-temporal, como a largura do passo e sua variabilidade. Após delinear os módulos de hardware e software do sistema, foi determinada sua validade concorrente a partir dos resultados obtidos com um sensor de pressão (GaitRite, CIR Systems, New Jersey, EUA). Os parâmetros de marcha medidos tiveram índices moderados a excelentes. Esse aplicativo foi desenvolvido para o estudo e não se encontra disponível para download.

Runmatic¹⁵

Além da marcha, muitas pesquisas destacam a importância de monitorar a mecânica de corrida para fins de desempenho e prevenção de lesões¹⁵. A medida da rigidez das pernas, oscilações verticais do centro de massa e tempo de contato do solo é de grande interesse, uma vez que essas variáveis parecem desempenhar um papel fundamental no desempenho do deslocamento^{15,26}. Balsalobre-Fernandes *et al.* (2016) investigaram a validade de um aplicativo para iPhone – *Runmatic* – para medir a corrida¹⁵. Eles gravaram simultaneamente corridas de diferentes velocidades com *Runmatic*, bem como com um dispositivo optoeletrônico instalado em uma esteira motorizada para medir o tempo de contato e tempo aéreo de cada passo. Várias estatísticas foram computadas para testar a validade e confiabilidade como tempo de contato, tempo aéreo, oscilação vertical, rigidez das pernas, força relativa máxima e frequência de passo. Os valores obtidos com o aplicativo e o dispositivo optoeletrônico mostraram um alto grau de correlação, mostrando ser um dispositivo confiável para avaliação da corrida. Além disso, esses resultados (tempo de contato e voo) permitem avaliar as assimetrias (%) entre a perna dominante e não dominante, o que pode ajudar a detectar rapidamente possíveis desequilíbrios funcionais entre membros inferiores²⁶.

MySprint²⁰

Romero-Franco *et al.* (2016) avaliou a validade e confiabilidade dos resultados de desempenho de corrida medidos com o aplicativo “*MySprint*” para iPhone e comparou com fotocélulas de temporização e

radar do tipo pistola²⁰. Para isto, os participantes fizeram sprints de 40 metros, enquanto seu tempo foi registrado simultaneamente pelos três dispositivos utilizados no estudo. No iPhone, a propriedade utilizada foi gravação de vídeo de alta velocidade. Houve uma correlação quase perfeita entre os valores de tempo da corrida com o *MySprint* e as fotocélulas de temporização, além de associações quase perfeitas para a força horizontal máxima, velocidade e potência máxima e a eficácia mecânica medida com o aplicativo e o radar do tipo pistola e níveis de confiabilidade quase idênticos, evidenciando que o aplicativo é válido e confiável para uso.

CONCLUSÃO

Todos os aplicativos testados foram validados em plataforma IOS e foram considerados confiáveis, com a ressalva de que o aplicativo *Coach's Eye* não demonstrou resultado satisfatório para a articulação do quadril. Os aplicativos *Coach's Eye*, *SmartGait* e *GaitRite* não tiveram a validade testada, apenas a confiabilidade, logo, maior cuidado é necessário em sua utilização. Já os outros aplicativos estudados possuíam validade adequada. Os principais empregos dos aplicativos de análise do movimento foram a mensuração do salto, análises 2D de movimentos articulares e parâmetros espaço-temporais do deslocamento. Recursos tecnológicos vêm para resolver problemas instrumentais da prática da análise do movimento, todavia cautela com seu emprego no âmbito profissional deve ser considerada. As análises das propriedades psicométricas desses recursos devem ser verificadas previamente, para que sua utilização seja mais fidedigna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Faurholt-jepsen M, Munkholm K, Frost M, Bardram JE, Kessing LV. Electronic self-monitoring of mood using IT platforms in adult patients with bipolar disorder: A systematic review of the validity and evidence. *BMC Psychiatry*. 2016; 16(7).
2. GSMA. Economia móvel américa latina e caribe. 2017.
3. Meirelles SF. Pesquisa Anual do Uso de TI nas Empresas. FGV-EAESP. 28ª edição, 2017.
4. Van Mechelen DM, Van Mechelen W, Verhagen EA. Sports injury prevention in your pocket? Prevention apps assessed against the available scientific evidence: a review. *Br J Sports Med*. 2014; 48(11):878-82.
5. Pourahmadi MR, Taghipour M, Jannati E, Mohseni-Bandpei MA, Takamjani IE, Rajabzadeh F. Reliability and concurrent validity of an iPhone(®) application for the measurement of lumbar spine flexion and extension range of motion. *J Anat*. 2016; 230(3):484-95.
6. Bittel AJ, Elazzazi A, Bittel DC. Accuracy and Precision of an Accelerometer-Based Smartphone App Designed to Monitor and Record Angular Movement over Time. *Telemed J E Health*. 2016; 22(4):302-9.
7. Defroda SF, Thigpen CA, Kriz PK. Two-Dimensional Video Analysis of Youth and Adolescent Pitching Biomechanics: A Tool For the Common Athlete. *Curr Sports Med Rep*. 2016; 15(5):350-8.
8. Souza RB. An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2016; 27(1):217-36.

9. Han S, Lee D, Lee S. A study on the reliability of measuring dynamic balance ability using a smartphone. *J Phys Ther Sci.* 2016;28:2515-18.
10. Shin DC, Song CH. Smartphone-Based Visual Feedback Trunk Control Training Using a Gyroscope and Mirroring Technology for Stroke Patients: Single-blinded, Randomized Clinical Trial of Efficacy and Feasibility. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016; 95(5):319-29.
11. Chaffin DB, Andersson GBJ, Martin BJ. *Biomecânica Ocupacional. Tradução da 3ª edição Norte Americana.* Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001.
12. Kolber MJ, Pizzini M, Robinson A, Yanez D, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of measurements used to quantify lumbar spine mobility: an analysis of an iPhone application and gravity based inclinometry. *Int J Sports Phys Ther.* 2013; 8(2):129-37.
13. Pichonnaz C, Duc C, Gleeson N, Ancey C, Jaccard H, Lécureux E, Aminian K. Measurement Properties of the Smartphone-Based B-B Score in Current Shoulder Pathologies. *Sensors.* 2017; 15(10): 26801-17.
14. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci.* 2015; 33(15):1574-9.
15. Balsalobre-Fernández C, Kuzdub M, Poveda-Ortiz P, Campo-Vecino JD. Validity and reliability of the PUSH wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *J Strength Cond Res.* 2015; 30(7):1968-74.
16. Belyea BC, Lewis E, Gabor Z, Jackson J, King DL. Validity and Intrarater Reliability of 2-Dimensional Motion Analysis Using a Handheld Tablet Compared to Traditional 3-Dimensional Motion Analysis. *J Sport Rehabil.* 2015; 24(4):14.
17. Gallardo-Fuentes F, Gallardo-Fuentes J, Ramírez-Campillo R, Balsalobre-Fernández C, Martínez C, Caniuqueo A, Cañas R, Banzer W, Loturco I, Nakamura FY, Izquierdo M. Intersession and intrasession reliability and validity of the My Jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. *J Strength Cond Res.* 2015; 30(7):2049-56.
18. Kim A., Kim J., Rietdyk S., Ziaie B. A wearable smartphone-enabled camera-based system for gait assessment. *Gait Posture.* 2015; 42(2):138-44.
19. Krause DA, Boyd MS, Hager AN, Smoyer EC, Thompson AT, Hollman JH. Reliability and accuracy of a goniometer mobile device application for video measurement of the functional movement screen deep squat test. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10(1):37-44.
20. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castañozambudio A, Capelo-Ramírez F, Rodríguez-Juan JJ, González-Hernández J, Toscano-Bendala FJ, Cuarado-Peñafiel R, Balsalobre-Fernández C. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci.* 2016; 17(4): 386-92.
21. Milani A. *Programando para iPhone e iPad: aprenda a construir aplicativos para iOS.* 1ªed. SP: Ed Novatec, 2012.
22. Ferriero G, Vercelli S, Sartorio F, Foti C. Accelerometer- and photographic-based smartphone applications for measuring joint angle: are they reliable? *J Arthroplasty.* 2014; 239(292):448-9.
23. Stanton R, Kean CO, Scanlan AT. My Jump for vertical jump assessment. *Br J Sports Med.* 2015; 0(1):1-2.
24. Whiteley R. Coach's eye. *Br J Sports Med.* 2015; 0(1).
25. Finkbiner MJ, Gaina K.M, Mcrandall MC, Wolf MM, Pardo VM, Reid K., Adams B, Galen SS. Video Movement Analysis Using Smartphones (ViMAS): A Pilot Study. *J Vis Exp.* 2017; 121:1-7.
26. Rodríguez SM. Mobile App to Streamline the Development of Wearable Sensor-Based Exercise Biofeedback Systems: System Development and Evaluation. *J Sports Med.* 2017; 4(2):e9.